

INTERNATIONALER STÄNDIGER VERBAND  
DER  
SCHIFFAHRTS-CONGRESSE

# X. CONGRESS-MAILAND-1905

I. Abteilung : Binnenschifffahrt  
3. Frage

**DIE SYSTEME**  
die zum Ausgleich der grossen Höhenunterschiede  
**ZWISCHEN DEN KANALHALTUNGEN GEEIGNET SIND**

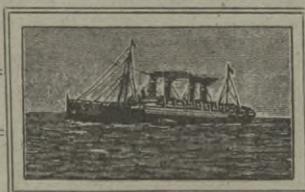
**BERICHT**

VON

**A. de BOVET**

Geschäftsführer der « Société générale de Touage et de Remorquage » zu Paris

NAVIGARE



NECESSE

**BRÜSSEL**

BUCHDRUCKEREI DER ÖFFENTLICHEN ARBEITEN (GES. M. B. H.)  
18, Rue des Trois-Têtes, 18

1905

16023516  
4102846



~~117846~~

II - 349886

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299349

BPK-10-262/2017

# MITTEL ZUR ÜBERWINDUNG

DER

Grossen Höhenunterschiede zwischen den Kanalhaltungen

---

## BERICHT

VON

**Armand de BOVET**

Geschäftsführer der « Société générale de Touage et de Remorquage » zu Paris

---

### I

In einem dem Düsseldorfer Schifffahrts-Kongress unterbreiteten Bericht hat Richard Kuhn dargelegt, wie und aus welchen Gründen die Oesterreichische Regierung im Hinblick auf die Ausführung eines zwischen der Donau und der Oder geplanten Kanals einen Wettbewerb für die Ausarbeitung einer Vorrichtung ausschreiben wollte, durch die es möglich wird, Fahrzeuge der Binnenschifffahrt mit *einem* Male über grosse Gefälle zu bringen.

Dieser Wettbewerb ist seitdem tatsächlich eröffnet worden. Da den Ingenieuren genaue Angaben zur Durcharbeitung eines ausführbaren Projektes gemacht werden mussten, so wählte man auf der Trasse des künftigen Kanals in der Nähe von Prerau (Mähren) einen Punkt, wo auf einem Gelände, von dem die Bewerber einen genauen Lageplan erhielten, die beiden zu verbindenden Kanalhaltungen durch einen Höhenunterschied von 35,90 m getrennt waren.

Es war vorgeschrieben, eine vollständige Ausarbeitung aller Einrichtungen (einschliesslich des Oberhauptes der Haltungen und der zur Verwendung kommenden Wasserbecken), zu liefern, mit deren Hilfe man Schiffe über dies Gefälle befördern könnte. Dabei war den Teilnehmern am Wettbewerb die Wahl der Vorrichtungen anheimgestellt, mit der Bedingung dass diese :

- 1) es erlauben, Fahrzeuge bis zu 67 m Länge, 8,20 m Breite und 1,80 m Tiefgang bei Belastung zu befördern,
- 2) den Wasserverbrauch möglichst beschränken,

etke 3681/51

3) einen vollkommen sicheren Durchgang für alle beladenen oder leeren Fahrzeuge gewähren, die auf dem Kanal verkehren, von welcher Bauart oder Beschaffenheit sie auch sein mögen,

4) binnen 24 Stunden 30 Fahrzeuge in jeder Richtung befördern, selbst wenn Unterschiede von 0,20 m nach oben oder unten gegen den mittleren Wasserstand in den Haltungen auftreten.

Die Aufgabe soll aber nicht nur für den besonderen Fall gelöst werden, für den sie gestellt ist. Mit Recht sagt daher schliesslich das Programm, dass der Vorzug denjenigen Projekten gegeben werden würde, welche die allgemeinste Anwendung ermöglichen.

Die Frage der Ueberwindung der grossen Gefälle ist lang und breit beim Düsseldorfer Schifffahrts-Kongress i. J. 1902 besprochen worden; seitdem ist unseres Wissens keine neue Tatsache auf dem Gebiete der Praxis hinzugekommen, ausgenommen wohl die Vollendung eines vertikalen Hebewerks in Amerika. Die Frage ist jedoch wieder auf die Tagesordnung des Mailänder Kongresses gesetzt worden, ohne Zweifel weil der Organisations-Ausschuss geglaubt hat, es sei interessant, den Versuch zu machen, aus der Gesamtheit der beim Wiener Wettbewerb vorgelegten Entwürfe Schlüsse zu ziehen.

Das möchte ich versuchen. Allerdings muss ich mich entschuldigen, wenn ich dieser Ausarbeitung eine vielleicht zu allgemeine Form gebe; denn einerseits soll sie weder wie eine Verteidigung noch wie eine Kritik der Arbeiten des Preisgerichtes aussehen; andererseits soll auch der Bericht derselben nicht unnütz wiederholt werden, und schliesslich kann auf die Einzelheiten der Arbeiten nicht näher eingegangen werden, weil diese den Urhebern, deren Eigentum sie bleiben, zurückgegeben sind.

Die Zahl der nach Wien gesandten Entwürfe belief sich auf 198; einzelne davon enthielten unter einer Nummer zwei oder mehrere Varianten. 81 waren von vornherein ungenügend, von den übrigen entfielen 34 auf Hebewerke, 24 auf Schleusen, 32 auf geneigte Ebenen und 27 auf andere Vorrichtungen.

Nach mehreren weiteren Aussonderungen blieb eine immer noch beachtenswerte Zahl Arbeiten von wirklichem Wert, aus denen schliesslich die hervorgingen, welche das Glück hatten, die meisten Stimmen auf sich zu vereinigen; einzelne erhielten fast sämtliche Stimmen der Jury.

Den 1. Preis erhielt ein Entwurf für eine geneigte Ebene;

Der 2. Preis wurde einem Entwurf für ein Drehhebewerk zuerkannt ;

Ferner wurde vorgeschlagen, 2 Entwürfe von geneigten Ebenen und einen für eine Schleuse anzukaufen ; ehrenvolle Erwähnungen wurden zu teil 2 Entwürfen für geneigte Ebenen und drei solchen für Schleusen ;

Von 10 zur engeren Wahl gestellten Entwürfen waren also fünf für geneigte Ebenen.

Dies Verhältnis war lange vor der endgültigen Einteilung hervorgetreten : es dürfte unseres Erachtens auch ganz natürlich erschienen, wenn man die Angaben beachtet, die wir über die verschiedenen Kategorien der zum Wettbewerb vorgelegten Arbeiten später machen werden. Zunächst möchten wir hier eine Bemerkung anschliessen, die sich auf alle bezieht.

Das Gelände, auf welchem die entworfenene Hebevorrichtung aufgestellt werden soll, verläuft ziemlich regelmässig und hat nicht zu steile Abhänge : Die Neigung einer Linie, welche die Enden der beiden Kanalhaltungen verbindet, würde etwa 1 : 20 sein. Eine solche Bodenbeschaffenheit wird augenscheinlich ausserordentlich hohe Kosten zur Herstellung der Zugänge erfordern, wenn eine Vorrichtung geschaffen werden soll, mit der das ganze Gefälle mit einem Malen überwunden werden könnte.

Das Werk selbst würde sehr teuer werden ; denn es würde bei weitem die Grenzen überschreiten, von denen ab die Baukosten viel schneller wachsen als die Höhe, bis zu der es aufgeführt werden muss.

Diese Beobachtung ist nicht nur wertvoll zur Würdigung der für das Gelände bei Prerau aufgestellten Entwürfe. Es ist nämlich anzunehmen, dass selbst wenn es sich darum handelt, einen Kanal durch eine verhältnismässig schwierige Gegend zu führen, man nur ganz ausnahmsweise sich gegenüber einem stark abschüssigem Gelände sehen wird.

## II. — Verschiedene Hebewerke.

Wir haben in diese Kategorie verschiedene Vorrichtungen eingereiht, von denen viele dazu dienen sollen, das ganze Gefälle mit einem Mal zu überwinden, obwohl das Gelände für diesen Plan wenig geeignet ist.

In einer ziemlich grossen Anzahl dieser Entwürfe wollen die Erfinder das Schiff in eine grosse geschlossene Kammer bringen, die untertauchen kann ; man könnte sie Tauchtrog nen-

nen. Der zugrundeliegende Gedanke ist leicht zu verstehen. Der Trog wird aus einem Zylinder gebildet, der lang genug ist, um ein Schiff von 67 m Länge in sich aufzunehmen; er hat etwa 9 m Durchmesser und ist an beiden Enden durch Tore geschlossen. Unter der ganzen Länge seiner Unterseite kann Wasser als Ballast in einzelne getrennte Kammern eingelassen werden; durch Veränderung der Menge des Ballast-Wasser hat man es in der Hand, dem Ganzen mehr oder weniger Gewicht zu geben, als das verdrängte Wasservolumen. Leer schwimmt der Trog an der Oberfläche eines riesigen Brunnens aus Mauerwerk oder Eisenbeton und kann an das Ende der oberen Haltung angelegt werden; belastet sinkt er in die Tiefe dieses Brunnens, dessen innerer Querschnitt so gross ist, dass er den Trog mit seinen Führungen aufnehmen kann. Letzterer sinkt bis zum Wasserspiegel der unteren Haltung hinab, wie ein Kartesianischer Taucher.

Leider ist der Taucher etwas sehr gross und daher schwer zu leiten; auch muss er unten ohne seine Form oder Wasserdichtigkeit zu verlieren, einen Druck von mehr als 3 Atmosphären aushalten: das Schliessen des Troges allein sowie der kombinierte Verschluss am unteren Teil des Schwimmers und des Troges sind mit Unbequemlichkeiten verbunden. Das Ganze hat, obwohl es den Vorteil bietet, kein Wasser zu verbrauchen, augenscheinlich manches gegen sich.

Die anderen der 4. Kategorie angehörigen Entwürfe zerfallen fast sämtlich in solche, die sich des Drehsystems und solche, die sich des Systems mit auf- und niederschwingenden Trögen bedienen.

Mit einer Ausnahme, auf die wir noch zurückkommen werden, können die ersteren von den grossen Rädern abgeleitet werden, wie sie in vielen bedeutenden Städten zur Unterhaltung der Einwohner aufgestellt sind. Die aufgehängten Kabinen, welche sonst vom Publikum benutzt werden, sind hier durch zwei Tröge ersetzt. Das Rad muss eine Dicke von etwa 70 m und einen solchen Durchmesser haben, dass ein Punkt auf dem Wasserspiegel eines Troges in vertikaler Richtung einen Bogen von 35,90 m Durchmesser beschreibt.

Von der zweiten Sorte obiger Vorrichtungen bestehen die einen, die so gebaut werden sollen, dass sie sich um ihre Hauptachse drehen, tatsächlich aus zwei Sektoren eines grossen Rades. Da die Schwingung der Tröge gleich der zu überwindenden Höhe sein muss, so erhielte das Ganze ungeheure Abmessungen; dies System ermöglicht aber eine Teilung des

Gefälles, das die Konstrukteure im Allgemeinen in zwei Teile zu zerlegen vorgeschlagen haben. Die gedachte Vorrichtung erfordert, dass sowohl die obere wie die untere Haltung in zwei Arme ausläuft, von denen jeder eine Seite des Hebwerks bedient. Die anderen Vorrichtungen benutzen Hebel, die sich um Achsen drehen, welche nahe der Erdoberfläche, aufgestellt sind: sie bewegen, im Allgemeinen senkrecht, zur Richtung der Drehachse einen durch Gegenwichte gehaltenen Trog: wenn man eine Doppelwirkung wünscht, so muss man zwei solcher Apparate neben einander anordnen und dann auch noch die Enden der Haltungen in zwei Arme teilen.

Auf dem Papier, und wenn man von dem Massstab des Entwurfs absieht, mag alles dies sehr geistreich erscheinen. Denkt man aber an die wirklichen Abmessungen, und beachtet man, dass jeder Trog mit dem Wasser und dem darin befindlichen Schiff mehr als 1.000 Tonnen wiegen muss, die an Armen aufgehängt sind, um die sie sich frei drehen müssen, und dass diese Gewichte, vermehrt um die des Rades oder der Hebel auf eine einzige Achse wirken (auf 2 bei gewissen Apparaten mit Hebeln, eventuell auch auf eine Reihe von Rollen), so muss man wohl oder übel erkennen, dass man sich gegenüber Schwierigkeiten der Ausführung und Wechselfällen des Betriebes befindet, denen man sich nicht aussetzen sollte.

Ein Apparat jedoch, der der ebenerwähnten Gruppe angehört, hat die Aufmerksamkeit der Jury besonders auf sich gelenkt und schliesslich von der Mehrheit einen der ersten Preise des Wettbewerbs erhalten. Wir schulden ihm eine besondere Erwähnung, um so mehr als die Lösung vom Standpunkte der Mechanik betrachtet, von hervorragender Genialität ist.

Es handelt sich um eine grosse Trommel von 52 1/2 m Durchmesser und 70 m Länge. Ihre beiden Abschlussflächen sowie die zylindrische Oberfläche sind geschlossen und mit vernietetem Eisenblech bedeckt.

Eine Drehachse ist nicht vorhanden. Die Trommel schwimmt einfach in einem Bassin voll Wasser, das die Verlängerung der unteren Haltung bildet. So wird jede Schwierigkeit der Fundirung und der genauen, kunstgerechten Unterstüztung der gewaltigen Last vermieden. Auf der Peripherie der beiden Grundflächen sind Zahnkränze befestigt, die in kleinere auf der Triebwelle sitzende Zahnräder greifen; letztere ist am Rande des Bassins parallel zur Achse des Zylinders montiert. Die Mittelpunkte der beiden Grundflächen sind mit dieser Welle durch zwei Schwingen verbunden; der Mittelpunkt der

hinteren Basis ist an die Grundmauer durch einen Führungszapfen befestigt, der nur in einer auf der erwähnten Welle zentrierten Führung gleiten kann, so dass tatsächlich die Trommel nur folgende Bewegungen machen kann: sie kann entweder sich um sich selbst drehen, unter der Wirkung der kleinen Triebräder, oder wenn sie irgendwelchen Verschiebungen durch die Belastung oder durch Aenderung des Wasserstandes unterliegt oder dergl., kann sie sich um die Welle drehen, welche die kleinen Zahnräder trägt. Dies gilt wohlverstanden vorbehaltlich der möglichen Formveränderungen und besonders der unvermeidlichen Bewegungen, die durch den Spielraum entstehen können, welcher zwischen den Zähnen der grossen und kleinen Räder gelassen werden muss.

Die beiden zylindrischen Tröge, in welche die Schiffe einfahren müssen, und die allmählich durch die Drehung der Trommel bis an den Wasserspiegel der oberen und unteren Haltung heranbewegt werden, sind mit dem übrigen Trommelbau, zu dem sie gehören, fest verbunden. Während der Drehung bleibt das Wasser in den Trögen mit dem Schiff, das es trägt, in ihrem unteren Teil. Das Schiff ist von einer Art hölzernem Rost umgeben, der es festhält, ihm aber gestattet, die Bewegung mitzumachen, die der Rost in Bezug auf die Wände ausführt.

Mit ihren normal belasteten Trögen, mit allen Verkehrungen, die getroffen sind, ihre Festigkeit zu sichern, wiegt die Trommel zehntausend Tonnen. Die Geschwindigkeit der Bewegung ist eine geringe, die Ausbalanzierung eine vollkommene; für den Betrieb genügt eine Maschine von 75-80 Pferdestärken. Die Verbindung mit der oberen Haltung ist in einer vollständig brauchbaren Weise vorgesehen; das Ganze ist mit der grössten Sorgfalt ausgearbeitet und wohl im Stande, wie die Erfinder versichern, allen vorkommenden Einwirkungen zu widerstehen, selbst den möglichen Folgen eines zufälligen Leerlaufens eines Troges. Da der Gedanke überdies sehr verführerisch ist, so ist es nicht wunderbar, wenn ein solcher Entwurf besondere Beachtung fand. Es ist indessen wohl erlaubt, Zweifel zu hegen, ob der Entwurf gerade für den Fall gut anwendbar ist, für den er aufgestellt wurde; auch darf man, so hoch man die Sicherheit des Funktionierens der Trommel anschlagen mag, sich fragen, ob eine vollkommene Sicherheit für das in einem Troge frei schwimmende Schiff gegeben ist, der die Drehung des Ganzen mitmacht. Man muss nämlich in Betracht ziehen, dass, sei es unter der Wirkung des Windes,

sei es unter der der Wellen, die sich in das untere Becken fortpflanzen können, die bereits erwähnten unvermeidlichen Bewegungen sehr merkbare Neigungen der Trommelachse zur Horizontalebene hervorrufen können; eine solche Bewegung wird durch das in den Trögen enthaltene Wasser immer noch verstärkt, nie vermindert.

Ebenso wie die grossen Räder ist ein solcher Apparat nur für ziemlich bedeutende Gefälle geeignet, die mindestens 20 m betragen; in der Praxis kann er nicht gut für Höhenunterschiede verwendet werden, die wesentlich grösser sind als der, für den er ausgearbeitet wurde.

Der Vollständigkeit halber wären noch die Entwürfe für Hebewerke zu erwähnen, die man als rollende bezeichnen könnte. Dazu gehören folgende:

Der schon aus früheren Veröffentlichungen bekannte Entwurf, bei dem ein zylindrischer geschlossener Trog mit darin schwimmendem Schiff von einer Haltung zur anderen über die beiden Abhänge einer geneigten Ebene mit Scheitel gerollt wird. Hier sind dieselben Einwürfe geltend zu machen wie bei der besprochenen Trommel, ohne dass dieselben Vorzüge vorhanden sind.

Ein System von zwei grossen Rädern, die von einander um die Länge der Tröge entfernt sind, die sie emporheben. Indem sie sich in *einem* Sinne drehen, nehmen sie den Trog aus dem Wasser der oberen Haltung und tragen ihn zum Wasser der unteren Haltung, sie bringen ihn dann zur oberen Haltung zurück, indem sie sich in entgegengesetzter Richtung drehen. Das Gleichgewicht wird durch Gegengewichte hergestellt: die Schwierigkeiten dieser Konstruktion braucht man nicht besonders hervorzuheben.

Alle diese Vorrichtungen haben den Vorzug, kein Wasser zu verbrauchen: allen fehlt in hohem Grade der Charakter der gewünschten allgemeinen Anwendbarkeit. Sie zeugen von einer bemerkenswerten Erfindungsgabe, aber sie stossen auf beunruhigende Konstruktionsschwierigkeiten, die bei einem in geistvoller Weise vermindert sind, aber auf Kosten der Sicherheit des beförderten Schiffes.

Es bleibt unseres Erachtens zweifelhaft, ob man auf diesem Wege eine allgemeine Lösung der Aufgabe erwarten kann.

### III. — Senkrechte Hebewerke.

Ausser einigen wenigen, ziemlich phantastischen Vorrichtungen haben die Entwürfe diese Kategorie nur Anordnungen wieder gebracht, die schon bekannt waren, entweder dadurch, dass sie bereits verwendet wurden oder weil sie bereits früher vorgeschlagen waren: Hebewerke mit Seilzug oder mit Schwimmern oder mit Kolben, die für das sie belastende Gewicht berechnet waren und die teils für eine Hubhöhe von 36 m teils für eine solche von 18 m bestimmt waren.

Die Vorrichtungen für 18 m können den ganzen Höhenunterschied nur in zwei Zeiten überwinden, aber wie weiter oben bemerkt, erfordern die für 36 m viel höhere Baukosten als zwei Hebewerke mit halb so grosser Hubhöhe.

Abgesehen von diesen Kosten, ergibt sich bei diesen Vorrichtungen mit Seilzug, eine Schwierigkeit mehr aus dem zu hebenden Gewicht als aus der Hubhöhe. Die Notwendigkeit, die Aufhängeeinrichtungen zu vermehren, die Schwierigkeit sich gegen die Gefahren zu sichern, die sich aus dem Bruch einiger derselben ergeben könnten, die daraus folgende Notwendigkeit, immer für eine gleiche Verteilung der Lasten zu sorgen, haben zur Ausarbeitung sehr geistreicher Mechanismen geführt; es wurden ziemlich verwickelte Hebelvorrichtungen erdacht, die aber zu geistreich und zu verwickelt waren für die Austreibungen, denen sie ausgesetzt werden mussten. Man hat Bedenken getragen, einfachere Anordnungen praktisch auszuführen, die ziemlich sicher schienen, als es sich nur um die Hebung von 300 Tonnen-Schiffen handelte.

Was die Schwimmerhebewerke betrifft, so ist ein solches zur Hebung von 600 Tonnen-Schiffen vorhanden. Die Aenderungen, die hierfür vorgeschlagen werden konnten, erwiesen sich nicht als Verbesserungen. Man kann es z. B. kaum als solche bezeichnen, wenn eine einzige Taucherglocke von 70 m Durchmesser vorgesehen wird, auf deren Deckel der Trog die bescheidene Rolle des Durchmessers spielt.

Für die Pressenhebewerke würde die Schwierigkeit mehr in der Vergrösserung der Höhe als in der des Gewichts liegen. Sofern man die Zweiteilung des Gefälles in zwei Stufen annimmt, ist es nicht zweifelhaft, dass Entwürfe, die auf die bekannten Anordnungen zurückgriffen (zwei nebeneinander angeordnete Tröge, Pressendurchmesser geeignet für das in Frage kommende Gewicht, zentrale Führung), sichere Ergebnisse er-

zielen würden. Zweifelhafte würden sie bei der schon früher vorgeschlagenen Einrichtung sein, wo nur ein Trog auf jedes Gefälle kommt. Die beiden Tröge halten sich das Gleichgewicht mit Hilfe einer unter sehr hohem Druck stehenden Wasserleitung von mehreren hundert Metern Länge.

Im Ganzen muss man für die Kategorie der vertikalen Hebewerke, wenn man von den zu gewagten oder zu kostspieligen Lösungen absieht, feststellen, dass der Wettbewerb nichts gebracht hat, das nicht schon vorher bekannt gewesen wäre.

#### IV. — Schleusen.

Wir wohnen uns nicht mit einigen wenigen Entwürfen aufhalten, die Treppen von zahlreichen Schleusen enthalten; hierfür wäre ein Wettbewerb nicht erforderlich gewesen.

Dagegen sind diejenigen Entwürfe zu erwähnen, die ausgearbeitet wurden, um eine Durchschleusung ohne Wasserverbrauch zu erzielen, sei es mittels grosser Schwimmer nach den im Bericht von Schnapp dem Düsseldorfer Kongress unterbreiteten Grundgedanken oder dadurch, dass man pneumatische Pumpen in grossen, vollkommen geschlossenen und genügend wasserdichten Kammern wirken lässt, um die Bewegungen des Wassers in der Schleusenammer zu erzeugen. In beiden Fällen wird der Höhenunterschied nicht mit einem Male überwunden sondern in zwei oder drei Stufen zerlegt.

Was den ersten Fall anlangt, so behalten die Schwimmer, selbst wenn die Gefälle durch Teilung verkleinert werden, noch sehr bedeutende Abmessungen: ihr Bau ist teuer und der Betrieb mit solchen Massen ist durchaus keine einfache Sache.

Was den zweiten Fall betrifft, so ist es, ganz abgesehen von der Schwierigkeit sehr grosse Kammern zu bauen und genügend dicht zu erhalten, nicht zu verkennen, dass das Pumpen von Luft eine Operation ist, bei der viel Kraft unnütz verbraucht wird. Wenn es notwendig wird, eine Vorrichtung herzustellen, die ohne jeden Wasserverbrauch wirken kann, wäre es dann nicht bequemer, einfach das für eine Schleusung verbrauchte Wasser aus der unteren Haltung in die obere zurückzupumpen, um so mehr, als die Wassermenge durch die Verwendung von Sparbecken schon sehr verringert werden kann?

Die anderen Entwürfe derselben Kategorie greifen unbedenklich zur Anwendung von Schleusen mit sehr grosser Höhe, die einen von 18 m, die anderen von 36 m. Alle benutzen Eisen-

beton mit sehr zahlreichen-Stufen (im Allgemeinen 6 oder 12), von Sparbecken, die in dem massiven Beton, der die Schleusen-kammer umschliesst, ausgespart sind. So stellt die Schleuse nicht mehr einen vollständig in der Erde liegenden Graben dar, sondern ein vollständig, unabhängiges, massives Bauwerk, das auf drei seiner Seitenflächen vollkommen zugänglich ist. In dem massiven Körper liegende Brunnen stehen an ihrem unteren Teile mit dem Boden der Schleusen-kammer in Verbindung; ebenso treten sie auf den verschiedenen Höhen mit den hintereinander angeordneten Sparbecken durch Oeffnungen in Verbindung, die durch Schützen geschlossen sind und zwar durch zylindrische Schützen, die sich gut bewährt haben.

Natürlich müssen die aufeinander folgenden Bewegungen der Schützen, die in dem Maasse vor sich gehen wie das Wasser steigt und fällt, sehr schnell und ohne Zeitverlust bewirkt werden: sie werden gewöhnlich durch Elektromotoren ausgeführt. Es ist vorgeschlagen worden, diese Apparate automatisch zu betreiben und zwar mit Hilfe von Schwimmern in der Schleusen-kammer; einen besseren Gedanken haben — unseres Erachtens — die Erfinder gehabt, welche die Bedienung einfach einem Schleusen-knecht überlassen haben.

Es scheint, dass bei diesen zahlreichen Sparbecken mit sehr grosser Fläche und bei den Abmessungen, die den Kammern gegeben werden müssen, damit die vorgesehenen Schiffe passieren können, der Wasserverbrauch für eine Schleusung (wobei ein Schiff nach oben, eins nach unten geht) bis auf ungefähr 5.000 cbm vermindert werden kann; das bedeutet eine Ersparnis von  $\frac{3}{4}$  der Wassermenge einer einzigen Schleusen-kammer von 36 m oder der doppelten Kammer von zwei Schleusen von 18 m Höhe.

Bei diesen letzteren braucht man natürlich noch eine ziemlich grosse Zwischenhaltung, damit der Wasserstand nicht übermässig durch die Tätigkeit der Schleusen beeinflusst wird und damit die Schiffe sich kreuzen können, so dass das Schiff, welches in einer Richtung fährt, nicht erst die doppelte Stufe erstiegen haben muss, bevor das in entgegengesetztem Sinne fahrende eingelassen werden kann.

Selbst so ist der Preis einer Doppelschleuse viel geringer als der einer einzigen Schleuse von doppelter Höhe: er beträgt die Hälfte nach den einigen Entwürfen beigegebenen Berechnungen. Trotz des Vorteils der sich ergäbe, wenn man ein Schiff mit einem Male aus einer Haltung in die andere bringen könn-

te, sieht man, wenn man beachtet, dass der Bau eines Werkes von fast 40 m Höhe zur Zeit etwas gewagt sein würde, dass die Vorsicht sich ganz in Uebereinstimmung mit den Forderungen einer weisen Sparsamkeit befindet, ganz wie im Falle der Hebewerke und mehr noch hier als in diesem Falle.

Aber auch dann ergibt sich, dass der Wettbewerb hinsichtlich der Schleusen sehr interessante Ausarbeitungen gebracht hat, Entwürfe die vollkommen annehmbar erscheinen, und deren Ausführung, wenn sie den Erwartungen entspricht, das Gebiet, welches ihnen bisher zugänglich war, beträchtlich erweitern würde. Offenbar verliert der Apparat viel von der Einfachheit, die ihm als wesentliches Verdienst angerechnet wurde, aber es gelänge ihm, Höhen zu überwinden — und zwar bei vollkommen erschwinglichen Kosten — die bisher allein den Hebewerken zufielen, und von denen man annehmen kann, dass sie die Grenze berühren, die diese nicht ohne übermässige Kosten überschreiten können.

#### V. — Geneigte Ebenen.

Bei den Hebewerken der beiden ersten Kategorien, kam es darauf an, ein möglichst vollkommenes Gleichgewicht herzustellen, entweder, indem sich beide Tröge das Gleichgewicht hielten oder, indem ein Trog durch Gegengewichte gehalten wurde; daraus ergibt sich, da die Schiffe ungleichmässig beladen sein oder verschiedene Abmessungen haben können, die Notwendigkeit, sie schwimmend in einem Trog mit gleichbleibendem Wasserstand zu befördern.

Bei den geneigten Ebenen entsteht die Frage der Trocken- oder Nassförderung. Die erstere bietet den Vorteil, dass das zu ziehende Gewicht in hohem Maasse vermindert wird: mehrere dementsprechende Entwürfe sind eingelaufen. Wenn jedoch alle vorkommenden Schiffe befördert werden müssen, sofern nur ihre Abmessungen nicht die angegebenen Höchstmaasse übersteigen, ob sie nun gross oder klein, beladen oder leer, aus Eisen oder Holz, neu oder alt sind (so muss doch wohl das Programm verstanden werden), so ergibt sich, dass keiner der vorgelegten Entwürfe vollständig all'diesen Bedingungen entsprach und genügend Sicherheit bot. Mit so verwickelten Einrichtungen, die z. B. übermässig die Systeme der Pressen oder Hebel vermehren, kann eine Gewichtersparnis kaum erzielt werden, und die Sicherheit des Fahrzeuges wie des Apparates selbst wird zweifelhaft.

Soll nun eine Ebene für Längs- oder Querbeförderung verwendet werden? Es waren Entwürfe beider Arten vorhanden, aber weniger von der zweiten. Das ist erklärlich für den vorliegenden Fall; die Geländegestaltung erfordert die Längsbeförderung, wenn man nicht Erdarbeiten von übermässiger Ausdehnung vornehmen will. Von einem allgemeineren Standpunkt aus betrachtet, könnte eine andere Geländebildung, wenn auch zweifellos ausnahmsweise, einen sehr starken Abhang aufweisen, der die Verwendung einer Ebene für Querbeförderung rechtfertigen würde. Mit den ihr eigentümlichen Vorzügen bringt diese Vorrichtung auch einige Schwierigkeiten mit sich, die ihr eigentümlich sind; unter der gleichzeitigen Wirkung der Vorrichtungen zur Sicherung des mechanischen Gleichgewichts, die hier unentbehrlich sind und der Treib- oder Zugapparate, ist es schwierig, die genaue Ueberführung eines Wagens zu sichern, der bei seiner grossen Breite nur auf einer sehr geringen Länge im Sinne der Bewegung geführt wird. Diese besondere Schwierigkeit scheint in den vorgelegten Entwürfen nur ungenügend beachtet zu sein. Da sie überdies bei oft sehr verwickelten Konstruktionen, nichts besonders hervorragendes bieten, so ist es am besten auf die folgenden Angaben zu verweisen, die in hohem Maasse sowohl für die Längs- wie für die Querbahnen anwendbar sind.

Mehrere Erfinder haben Ebenen mit zwei Abhängen und einem Scheitel entworfen, die gestatten, das Fahrzeug aus einer Haltung zu nehmen und in die andere zu bringen. Viele von diesen griffen zu der Trockenbeförderung, die, wenn sie nicht ihre besonderen Ueberstände hätte, sich verhältnismässig gut für den Wechsel in der Neigung eignen würde. Andere, die von der Trockenbeförderung Abstand nahmen, haben sich mit der Beförderung des schwimmenden Schiffes über die Ebenen mit Scheitel beschäftigt. Einer davon, der das Schiff quer führt, lässt den Wechsel in der Neigung des Troges unbedenklich vor sich gehen: das kann sein, scheint aber bei den Grössenverhältnissen und den in Frage kommenden Gewichten sehr gewagt. Die anderen, welche das Schiff längs stellen, können sich dem Wechsel in der Neigung für den Trog nicht anpassen und hängen ihn, um ihn horizontal zu halten, an vier Wagen auf, die auf Bahnen über dem Boden rollen und zwar auf einem Unterbau aus Metall oder Mauerwerk. Diese zu einander senkrecht stehenden Bahnen führen die Wagen so, dass der Trog seine horizontale Stellung behält; sie würden im schlimmsten Falle gestatten, auf der ganzen Länge

der Bahn der Bodengestaltung zu folgen; sie scheinen gefährlich, bei der Grösse der Gewichte, die auf sehr wenige Aufhängungspunkte zu verteilen sind, und sind jedenfalls teuer.

Wenn man eine Ebene mit Scheitel nicht verwendet, so muss man ein trocknes Haupt am Ende der oberen Haltung haben: es ist immer möglich, den Wagen in die untere Haltung einzutauchen, und zahlreiche Entwürfe haben dies vorgesehen, für den Fall, dass es gewünscht wird. Die Schwankungen, welche sich daraus auf die Triebkräfte beim Losmachen und Anlegen des Wagens bemerkbar machen, sind nicht gerade unzulässig, aber eine solche Anordnung verträgt sich ziemlich schlecht mit dem Gebrauch von Mitteln, die, wie sich später zeigen wird, die besten zur Bewegung der Wagen sind.

Es bleiben die Längsbahnen mit gerader Bahn und gleichmässiger Neigung, mit trockenem Oberhaupt oben und unten, auf denen ein Schiff mittels eines Wagens mit Trog schwimmend befördert wird; hierbei beträgt das Gesamtgewicht wenigstens 2.000 Tonnen. In dieser Kategorie haben die Preisrichter die besten Entwürfe zu finden geglaubt, und es wird sicher interessant sein, die grossen Unterschiede festzustellen, die zwischen ihnen und den ersten Entwürfen für geneigte Ebenen vorhanden sind.

Ziemlich alle haben eine sich der Bodenform möglichst anpassende Neigung gewählt, nämlich 1:20 oder 1:25, voraus sich eine Länge der Bahn von fast 800 m ergibt.

Ziemlich alle haben die zur Bewegung des Wagens nötigen Antriebsvorrichtungen auf diesen gestellt. Man ist sich längst über die Vorzüge dieser Anordnung einig. Sie drängte sich auf, in dem Augenblicke, wo sie möglich wurde: während sie bei Dampfmaschinen und Kesseln Schwierigkeiten bietet, wird sie leicht durch die Elektromotoren. Das gilt in gleicher Weise für Längs- wie für Querbahnen.

Da die Vorrichtung für Doppelwirkung gedacht war, so sind verschiedene mit mechanischer Regelung des Gleichgewichts des einen Troges durch den anderen ausgearbeitet; eine grössere Anzahl kümmern sich um diese Gewichtsausgleichung nicht, und das scheint zweckmässig. Und zwar nicht nur deshalb, weil so jede Schwierigkeit verschwindet, das gleichzeitige Anlegen oben und unten zu sichern, sondern besonders, weil auf der schwach geneigten Ebene und bei der sich daraus ergebenden grossen Länge der Bahn, die Vorrichtungen zur Gewichtsausgleichung (im Allgemeinen Drahtseile, bei einem Entwurf eine starke, kräftige, gegliederte Stange, in gewissen

Abständen von besonderen kleinen Wagen gehalten) im Ganzen mehr Schwierigkeiten als Vorteile bringen. Vom Standpunkte der Sicherheit sind gute Bremsmittel auf einer so schwach geneigten Strecke sicher genügend. Betrachtet man die Sache vom Standpunkt der Arbeitersparnis, so fragt sich, ob, da bei elektrischem Betrieb immer ein Teil der Kraft wiedergenommen werden kann, der Unterschied die Kosten der Einrichtung, der Ueberwachung und der Unterhaltung der vielfachen Stützen, Riemenscheiben und Rollen zur Führung der langen Drahtseile, der Vorsichtsmassregeln zum Ausgleich ihrer Verlängerung und zur Regulierung ihres Laufs aufwiegt. Ersetzt er vor Allem die Vorteile, welche sich, aus der vollkommenen Unabhängigkeit der beiden Tröge ergeben? Die Frage stellen, heisst sie beantworten. Die Vorteile, welche sich aus dieser Unabhängigkeit ergeben, sind so gross, dass vorgeschlagen ist, jeden Trog einzeln durch eigene Gegengewichte auszubalanzieren; aber man macht die Sache dann nur noch verwickelter und schliesslich sind die Kosten hierfür höher als die mögliche Ersparnis.

Die so selbständig gemachten Tröge können von einem Führer geleitet werden, der seinen Platz in einer auf dem Wagen befindlichen Kabine hat — das bietet bei Verwendung elektrischer Ströme keine Schwierigkeit. Ebenso leicht kann aber auch ein Mann ihre Fahrt aus der Ferne leiten.

Sie können nicht nur jeder für sich an das Oberhaupt der Haltungen heranzufahren, sondern auch im Falle von Beschädigungen oder Ausbesserungen allein auf der ganzen Bahn wirken; sie ermöglichen es so, dass der Betrieb nicht stockt, ohne dass es nötig ist, hierfür neben der geneigten Ebene noch eine Schleusentreppe anzulegen, über deren Vorhandensein neben einem Hebewerk man oft glücklich gewesen ist, und deren Anlage neben einem anderen man geplant hat.

Natürlich muss der niedergehende Trog gehalten werden: es ist zweckmässig, ihn zu bremsen, indem man die beim Aufstieg als Motoren wirkenden Dynamos als Generatoren wirken lässt. Da diese Art der Bremsung so sanft wirkt, wie keine andere, so sind die gewöhnlichen Bremsen zum Anhalten und für Zufälle zu reservieren. Die so verwendeten Dynamos werden Stromerzeuger; der Strom kann während eines Betriebes, wo die Beanspruchung sehr wechselt, in den Rheostaten verloren gehen; bei normalem Betrieb muss er aber gebraucht werden. Die Wiedergewinnung elektrischer Kraft ist also nicht nur möglich; man ist vielmehr fast dazu gezwungen.

Sie kann durch Akkumulatoren erfolgen: fast alle in Frage kommenden Wettbewerber haben dies Verfahren als nicht empfehlenswert bezeichnet, und der Akkumulator muss tatsächlich als zu zart für solche Einrichtungen betrachtet werden. Wenn auch die Tröge ganz unabhängig sind, so muss der Betrieb vernünftigerweise so eingerichtet werden, dass ein Trog hinaufgeht, wenn der andere hinabgeht; der von letzterem erzeugte Strom kommt dann in Abzug von dem, was der erste von der Krafterzeugungsmaschine zu fordern hat; unter dieser Bedingung kann die wiedereingebrachte Arbeit bis zu 45 % erreichen. Wenn ausnahmsweise nur ein Trog in Gang ist, kann man während der Niederfahrt eine Zentrifugalpumpe als Kraftempfänger nehmen, welche Wasser aus der unteren Haltung in die obere pumpt. Dies Verfahren, bei dem am wenigsten Kraft wiedergewonnen wird, kann, alle ersparte Kraft gerechnet, noch 18 % der verfügbaren Arbeit zurückgewinnen lassen.

Natürlich müssen bei solcher Einrichtung die Motoren der Tröge sehr verschiedene Mengen von Arbeit leisten können: die Schwankungen halten sich indessen in solchen Grössen, wie sie sicher Dynamos vertragen können.

Was wir bisher gesagt haben, um die Nichtverwendung aller Vorrichtungen zur mechanischen Ausbalanzierung zu rechtfertigen, soll natürlich nur für den Fall sehr schwach geneigter Ebenen Anwendung finden. Auf stärkeren Abhängen würden schon Bedenken hinsichtlich der Sicherheit es notwendig machen, entweder einen Trog durch den anderen oder jeden einzelnen durch Gegenwichte auszubalanzieren. Ohne dies würden die Tröge bei Unfällen, wenn sie eine grössere Geschwindigkeit erlangt hätten, Gefahr laufen, nicht mehr sicher durch Bremsen angehalten werden zu können. Es finden sich unter den vorgelegten Entwürfen sehr geistvolle Vorrichtungen zur Montierung der notwendigen Drahtseile und zur Regelung ihrer Länge, und zwar mittels einiger hydraulischer Wagen. Solche Vorkehrungen kämen natürlich für den Fall geneigter Ebenen für Querförderung zur Anwendung.

Auf den schwach geneigten Ebenen ist es möglich, den Trog nur durch Adhäsion fahren zu lassen, wie es auch vorgeschlagen ist. Zwei Einwürfe sind gegen diese Art geltend zu machen. Die Sicherheit der Bewegung kann ungenügend sein, wenn es so stark friert, dass die Schienen sich mit Eis bedecken, ohne dass die Kälte stark genug ist, um die Schiffahrt zu

unterbrechen. Dann muss man, wenn auch nicht alle, so doch fast alle Räder zu Triebrädern machen; daraus ergibt sich die Notwendigkeit, eine grosse Zahl Motoren zu verwenden, von denen jeder die Sache verwickelter macht. Es ist deshalb vorzuziehen, wie es fast alle Bewerber vorgeschlagen haben, Zahnstangen zu verwenden. Die Mehrkosten für die Fahrbahn werden durch die Vereinfachung der Triebvorrichtungen wenigstens ausgeglichen; die Sicherheit wird dadurch sehr erhöht, um so mehr, als die Zahnstange die Einführung sehr wirksamer Bremsmittel gestattet.

Wenn die Einrichtung so getroffen wird, so sind unter dem Oberhaupt der oberen Haltungen keine Triebapparate oder Kraftübertragungsvorrichtungen unter schwierigen Verhältnissen anzubringen. Die Ausrüstung jedes fahrbaren Troges umfasst: das Gestell des Wagens mit seinen Rädern oder Rollen; den oder die Antrieb-Dynamos; die Kabine des Führers mit den Stromstellern und den verschiedenen Apparaten zum Betrieb und zur Stromentnahme; eine Einrichtung zur Lieferung der nötigen komprimierten Luft, besonders um den guten Schluss der Tore sicher zu stellen; eventuell eine ander kleine Vorrichtung zur Lieferung von Druckwasser, wenn dies z. B. die Bremsvorrichtungen erfordern. Das Ganze ergibt ein Gewicht von ungefähr 2.000 Tonnen, und zwar eher mehr als weniger.

Die Schwierigkeit, eine solche in Bewegung befindliche Gewichtsmasse zu tragen, ist den Urhebern von Entwürfen für geneigte Ebene oft entgegengehalten worden. Dieser Entwurf ist beachtet worden; er hat dazu geführt, dass man zu schon bekannten Einrichtungen griff, um durch sie die gleichmässige Verteilung der Last unter allen Umständen zu sichern.

Der Grundgedanke hierbei ist stets die Verwendung einer grossen Zahl hydraulischer Pressen, deren Stempel die gesamte Last tragen und deren Zylinder alle unter einander in Verbindung stehen. Diese Anordnung findet sich in einer Anzahl von Entwürfen wieder, die oft mit viel Sorgfalt und Geist ausgearbeitet sind. Theoretisch ist das Verfahren vollkommen. In der Praxis kann es aber z. B. dazu führen, dass man auf 64 getrennten Untergestellen, die gleichmässig auf die Fläche eines Wagens verteilt sind, ebensoviele hydraulische Pressen hat; aller Wahrscheinlichkeit nach dürfte der für den Betrieb verantwortliche Ingenieur das Projekt mit ganz anderen Gefühlen wie der Erfinder ansehen. Tatsächlich würde Grund zu Bedenken vorliegen, ob es tatsächlich unvermeidlich war, sich

solchen Verwickelungen auszusetzen. Die meisten Erfinder haben dies nicht geglaubt; sie meinten, dass ein solcher Wagen einfach von Rädern getragen werden könnte, nötigenfalls von Walzen, und es ist nicht ersichtlich, warum dies nicht ausführbar sein sollte. Fast alle schlagen die Verwendung von Rädern vor, Walzen sind nur als Variante angegeben, und es ist sicher, dass die Notwendigkeit des Aufnehmens der Ketten für die Walzen auch wieder die Sache verwickelter macht. Man kann dies allerdings vermeiden, indem man Walzen auf der Hälfte der Gleislänge verteilt; aber bei sehr langen Bahnen wird dies lästig.

Im Allgemeinen wird bei den vorgelegten Entwürfen der Wagen einfach von Rädern mit Federn getragen; er läuft auf Gleisen, die ganz besonders fest verlegt und fast alle auf eisernen Querschwellen ruhen, welche in einen starken Betonkörper versenkt sind. Es ist leicht, diese Räder so zu verteilen und die Federn so zu stellen, dass man eine durchaus richtige Verteilung der Last erhält; sie können so zahlreich vorhanden sein, dass sie die zufälligen stärkeren Belastungen aushalten, die man nur aus etwaigen Brüchen oder aus den möglichen Bewegungen des Wassers im Troge bemerken kann; ausgenommen sind die bedeutenderen Zufälle, in denen eine grosse Zahl von Achsen betroffen wird, oder eine grosse Länge der Bahn; tatsächlich giebt es aber kein System, das bei einem so grossen Gewicht vor einem Unfall sicher wäre. Eine bedeutendere Senkung der Bahn scheint z. B. nur die Folge einer Bodenbewegung sein zu können, in welchem Falle die Schleusen, trotz der ihnen gern zuerkannten Sicherheit, noch mehr leiden würden, als eine schiefe Ebene.

Die Anordnung der Räder und der Gleise kann sehr verschieden sein. Als besonders von einander abweichende Beispiele wollen wir zwei anführen. In einem Entwurf, der die Fahrt mit Adhäsion empfiehlt, wird der Trog von 40 Achsen getragen, die auf jeder Seite unter 4 Untergestelle mit je 4 Achsen verteilt sind, die alle Triebachsen sind, und auf zwei Untergestelle mit je zwei Achsen, die nur an den Enden wirken, so dass 8 Motoren nötig sind. Die Belastung jeder Achse beträgt 40 t; jede Achse steckt an ihrem Ende in einem Rade, das aus zwei Eisenbahnrädern gebildet ist, die an ihrem Spurkranz zusammengeschweisst sind und die auf zwei nebeneinanderliegenden, um die Dicke dieses Spurkranzes entfernten Schienen laufen; daraus ergeben sich 4 Reihen Doppelgleise ohne Zahnstange und auf der Länge jedes Gleises nur 20 Räder.

der. In einem anderen Entwurf, dem mit dem ersten Preis gekrönten, wird der Trog nur von zwei Gleisen getragen und zwar auf jedem von einer Reihe von 52 Rädern. Die Räder haben sehr breite zylindrische Felgen, die auf einem schweren Gleis mit flachem Kopf laufen; sie tragen je 10 t. Bei diesem Entwurf hat die sehr kräftige Zahnstange an ihrer nach oben gerichteten Fläche eine Sparrenzahnung und seitlich zwei starke Vorsprünge, die als Schienen zum Rollen dienen: 1) für Räder mit horizontaler Achse, welche die Uebergewichte derjenigen Trogteile tragen, die besonders belastet sind, z. B. durch die Kabine des Führers und die Einrichtungen zum Komprimieren der Luft und des Wassers, und wie später gesagt werden wird, einen Teil der Gewichte der Triebwagen; 2) für Räder mit vertikaler Achse die am Kopf und am Ende des Wagens angebracht zum Lenken dienen.

Im ersten Fall kann die Last für jede Achse hoch erscheinen. Das wird weniger der Fall sein, wenn man beachtet, dass die Achsschenkel einen doppelt so grossen Durchmesser haben, wie bei den Eisenbahnen und wenn man bedenkt, dass die Geschwindigkeit nur 1 m in der Sekunde beträgt. Dann sieht man aus dem zweiten Beispiel wieviel Platz bleiben würde, wollte man die Zahl der Achsen vermehren. In diesem zweiten Beispiel kann man der Meinung sein, dass es besser wäre, von der Zahnstange nicht so verschiedene Dienste zu verlangen, und, um eine bessere Verteilung der Last auf den Boden zu haben, diese nicht, fast vollständig, durch zwei einzelne Gleise zu tragen. Es wäre sehr leicht zwei weitere zu legen und sie einen Teil des Gewichtes tragen zu lassen und dessen Führung zu sichern.

Diese beiden Beispiele zeigen zur Genüge, dass man sehr wohl die Gesamtlast auf Räder verteilen kann, wobei selbst zufällige Ueberlastungen ertragen werden können, sofern es solche sind, gegen die man sich sichern kann.

Der Ausschlag der Federn hat indessen sehr ernste Unannehmlichkeiten zur Folge, bei Verwendung einer Zahnstange. Man kann dem abhelfen, wie dies bei verschiedenen Entwürfen vorgeschlagen ist, indem man Zahnstangen mit vertikalen an den Seiten angebrachten Zähnen nimmt.

Das erste preisgekrönte Projekt bringt eine geistvollere Lösung. Es kommen zwei von einander unabhängige Motoren in Anwendung. Jeder von ihnen wird mit seinen Vorrichtungen zur Verminderung der Geschwindigkeit und seinen auf einer horizontalen Achse sitzenden, in die Zahnstange eingreifenden

Zahnradern von einem kleinen Wagen getragen, der von dem Trogwagen vollkommen verschieden ist. Er ist von diesem einfach umschlossen und mit ihm elastisch verbunden. Er stösst oder hält den grossen Wagen durch den ihn umgrenzenden Rahmen und trägt, teils auf den Vorsprüngen der Zahnstange durch ihm gehörige Räder, teils auf der Zahnstange selbst mittels eines Zahnrades, aber immer bei gleichbleibender Belastung, welches auch das Gewicht des Troges sein mag.

Es ist wiederholt in früheren Fällen vorgeschlagen, statt den Trog auf Rädern oder Walzen rollen zu lassen, ihn auf hydraulischen Gleitbahnen gleiten zu lassen. Die Schwierigkeiten oder Mängel des Systems sind bekannt: man braucht sie nicht besonders hervorzuheben, da die Verwendung dieser Vorrichtung sehr selten vorgeschlagen wird.

Um erschöpfend zu sein, wollen wir das Verfahren erwähnen, das darin besteht, die aus der Schwere des Troges sich ergebende Schwierigkeit dadurch zu lösen, dass man das Gewicht einfach fast ganz durch Elektromagnete aufhebt, die an seinen Längsseiten angebracht sind. Sie bleiben während des Laufes in einer sehr geringen Entfernung, die immer ganz genau gleichbleiben muss, von zwei Armierungen, die von Gestellen längs der Bahn, getragen werden. Man kann die Möglichkeit nicht bestreiten, mit genügend starken Armierungen und genügend kleinen Entfernungen eine Tragkraft wie sie hier in Frage kommt, zu erzielen: aber es ist schwer, die Möglichkeit anzuerkennen, dass diese geringe Entfernung anderswo als im Laboratorium unveränderlich innegehalten werden kann.

Ein sehr wesentlicher Punkt hat nicht in wünschenswertem Masse die Beachtung der Erfinder gefunden, nämlich die Frage, wie sich die Wirkung der Geschwindigkeitsänderungen auf das Wasser im Troge und besonders auf das schwimmende Schiff in genügender Weise mildern liesse.

Viele haben sich mit der Bemerkung begnügt, dass das langsame Anfahren, wie man es durch elektrische Motoren erzielt, für die Sicherheit von wesentlicher Bedeutung sei; es ist selbst vorgeschlagen worden, die Geschwindigkeit auf zuverlässigste Weise dadurch zu regeln, dass man automatisch die auf einander folgenden Stellungen des Kontrollers auf den Tasten eines Rheostaten von den auf einander folgenden Stellungen des Wagens auf der Ebene abhängig macht. Das ist möglich, und es scheint nicht zweifelhaft, dass man dem Führer einfach die automatische, vielleicht sehr ruhige Beförderung anvertraut; es würde aber nicht als genügend erachtet werden kön-

nen, wäre es auch nur wegen eines aus Anlass eines Unfalls etwa nötig werdenden plötzlichen Anhaltens.

Bei zwei Entwürfen ist indessen auf ein aufmerksameres Studium dieser Frage hinzuweisen.

Bei dem einen ist vorgeschlagen, an beiden Längsseiten des Troges, etwas unter dem Wasserspiegel fünf Zylinder anzuordnen, in denen durch Pressluft getriebene Kolben sich 1 m lang bewegen können. Die in den Trog hineinragenden Kolbenstangen stützen sich mit dem Kopfe gegen die Seiten des Schiffes: sie können unter einander gliederartig durch Querbalken verbunden werden, die an den Berührungsstellen beweglich mit einander zusammenhängen; das Ganze kann mit elastischen Polstern versehen werden. Die Druckfläche kann ziemlich gross sein, damit die gesamte, ziemlich kräftige Pressung auf die Flächen-Einheit nur eine Wirkung ergiebt, die für das Schiff nicht mehr nachteilig ist. Die Bauart ist eine solche, dass die Kolbenstangen, da sie nicht durch die Wergpolster hindurch reichen, ohne Schaden die zu ihrer Richtung senkrechten Beanspruchungen aushalten können, welche durch die Wirkung der Trägheit auf die Masse des Schiffes entstehen können. Auch eine leichte Verschiebung, die daraus folgen kann, und die leicht auf einen sehr geringen Umfang beschränkt werden kann, vermögen sie zu ertragen. Die Anzahl der Pressen ist, um den Betrieb nicht unzulässigerweise verwickelt zu machen, ziemlich gering.

In dem zweiten der bezeichneten Entwürfe befindet sich ein sehr interessanter Vorschlag, der dahin geht, auf dem Grunde des Troges mit Luft gefüllte Kissen von ziemlich grossem Durchmesser vorzusehen und das Schiff leicht darauf zu setzen. Es handelt sich hierbei nicht um die Beförderung im Trockenem, und sicher ist, dass das teilweise Aufsetzen schon vorgeschlagen worden ist, unseres Wissens aber nicht unter gleich annehmbaren Bedingungen. Nach den Berechnungen des Erfinders würde es, um jede Bewegung des Schiffes, selbst im Falle plötzlichen Anhaltens, zu hindern, bei 1 m Geschwindigkeit des Troges genügen, es mit  $\frac{1}{5}$  seines Gewichts aufsitzen zu lassen; ein Schiff, das beladen einen Tiefgang von 1,80 m hat, würde dadurch nur um 0,36 m weniger eintauchen. Unter diesen Bedingungen, scheint es, bleiben die Seiten genügend gestützt, und so werden die auf eine elastische Luftmatratze gelagerten Bodenteile durch ihren Zusammenhang mit den benachbarten, einem genügenden Wasserdruck unterworfen bleibenden Teilen nicht in unzulässiger Weise bean-

spricht. Es wäre ohne Zweifel vorzuziehen, die Luftkissen quer und nicht längs anzuordnen; das hätte u. a. den Vorteil, dass einer Gesamtbewegung des Wassers eine Wasserschicht von entsprechender Höhe entzogen würde und dass man die Luftkissen statt mit Eisenbleich mit einer viel geschmeidigeren, leicht auf dem Grunde des Troges zu befestigenden Hülle versehen könnte. Man kann sich leicht vorstellen, dass ein unter diesen Bedingungen gelagertes Luftkissen viel später unbrauchbar werden würde als solche, welche auf den Rädern der Automobilwagen immerhin recht lange Dienst tun. Der Grad des Aufsetzens muss durch einfaches Ablesen eines Manometers leicht geregelt werden können. Das Schiff würde nur leicht auf die Unterlage zu setzen sein, was eine nützliche Vorsicht gegen die Möglichkeit wäre, dass bei plötzlicher Bewegung des Wassers das Schiff zu hart auf den Grund stösst.

Es gibt Mittel, die in Verbindung mit dem Festmachen des Schiffes, das, wohlverstanden, in keinem Falle unterlassen werden darf, oder nötigenfalls mit beweglichen Zwischenwänden, wie sie ehemals von Peslin vorgeschlagen worden sind, genügende Sicherheit zu bieten scheinen, so gross, dass auch bei plötzlichem Anhalten das Schiff selbst nicht in Gefahr kommt, wenn auch das Wasser geschleudert wird.

Man braucht hierbei auf die Verschlüsse und Bewegungen der Tore der Tröge und Haltungen kein grösseres Gewicht zu legen, als bei Entwürfen anderer Art; die Aufgabe ist in allen Fällen dieselbe, und man sieht sie an bestehenden Einrichtungen befriedigend gelöst. Aber es erscheint angezeigt, zu bemerken, dass der feste Anschluss des Troges an das Ende der Haltung bei einer geneigten Ebene leichter ist, als bei jedem anderen, die Anwendung eines beweglichen Troges zulassenden Systeme.

Man sieht die Entwicklung, die sich fortschreitend in den Entwürfen für die Einrichtung der geneigten Ebenen gezeigt hat, mehr und mehr hinauslaufen auf den elektrisch angetriebenen selbstfahrenden Trogwagen, der ganz einfach, wie gewöhnliche Fahrzeuge, auf Rädern läuft, von den langen, nur zweifelhafte Sicherheit bietenden Zugvorrichtungen befreit ist, und bei dem man auch mit der peinlichen Gleichgewichtsherstellung, welche die früher entworfenen Vorrichtungen verwickelt machen, sich nicht abzumühen braucht.

Dies gilt freilich nur für Ebenen von sehr schwacher Neigung; aber wäre es zu viel gesagt, zu behaupten, dass — bei dem jetzigen Stande wenigstens — man eine schiefe Ebene an

einem sehr sanften Abhang anlegen muss? Anscheinend darf man es, und sicher ist, dass selbst auf diese Weise sehr grosse Höhenunterschiede überwunden werden können.

## VI.

Alle diese Einrichtungen, zu welcher Klasse sie auch gehören mögen, erfordern einen gewissen Aufwand von bewegender Kraft, aber dieser ist nur bei den geneigten Ebenen nach dem eben erörterten Entwurf tatsächlich bedeutend. Man braucht dazu ein Kraftwerk, das im Stande ist, 1.200-1.500 P. S. zu liefern, zwar nicht andauernd, aber zeitzeitig mit Rücksicht auf die Anforderungen, denen es wegen der Unabhängigkeit der Wagen, und wenn zufälligerweise nur ein Trog in Betrieb ist, genügen muss.

Man brauchte kein besonderes Gewicht auf die Bedingungen für die Hervorbringung der nötigen Kraft zu legen; das ist Sache des einschlägigen Maschinenbaues. Das Gleiche gilt von den zur Verteilung des Stromes ausgearbeiteten Plänen, die keine Aufgabe stellt, welche die Elektrotechniker nicht lösen könnten.

Eine Bemerkung indessen drängt sich auf. Aus den Entwürfen für Schleusen, die die höchste Ausnutzung der Sparbecken gestatten, hat man ersehen, dass der Wasserverbrauch für eine vollständige Schleuse auf 5.000 cbm herabgesetzt werden kann. Da diese 36 m senkrecht herabfallen, entsprechen sie einer theoretischen Arbeit von 180.000.000 kgm.

Um auf dieselbe Höhe hinauf gehoben zu werden, braucht ein Trog, der mit seinem Wagen 2.200 t wiegt, theoretisch 80.000.000 kgm, sodass, selbst wenn man den Kraftverbrauch aller erforderlichen Hilfsvorrichtungen berücksichtigt, das für eine Schleuse zu verbrauchende Wasser mehr Arbeit leisten könnte, als für den Betrieb der Ebene nötig ist, ganz abgesehen von der Möglichkeit oder vielmehr Notwendigkeit, elektrische Kraft wiederzugewinnen.

Führt ein Kanal das für den Betrieb der Schleusen nötige Wasser und entscheidet man sich für die geneigte Ebene, so kann das Triebwerk durch dieses selbe Wasser gespeist werden. Muss aber ein Wasserverbrauch vermieden werden und will man sich der Schleusen bedienen, so muss, wenn unter den gegebenen Verhältnissen das jedesmalige Zurückpumpen des Wassers nach jeder Schließung das sicherste Mittel ist, hierzu ein viel kräftigeres Triebwerk eingerichtet werden, als für den Betrieb einer geneigten Ebene nötig wäre.

In der Tat haben die meisten Erfinder einfach Kraftzentralen mit Dampfmaschinen vorgesehen. Einer davon hat jedoch, indem er bemerkt, dass wenigstens während eines Teils des Jahres jeder Kanal normalerweise eine Wasserzufuhr erhält, die stärker ist als der durch Versickerung oder Verdunstung entstehenden Verlust, vorgeschlagen, in dieser Zeit das Wasser der höheren Kanalhaltungen auszunutzen und für Zeiten des Mangels eine Gasmotoreinrichtung vorzusehen, und die Einrichtung des Ganzen ausgearbeitet. Ob man sich die Kosten dieser Doppeleinrichtung machen soll, ist eine Frage, die nach den örtlichen Verhältnissen zu entscheiden ist.

Dann ist als nicht nur möglich, sondern sogar wahrscheinlich, anzunehmen, dass in Zukunft die grossen Kanäle längs ihres Laufes die Entnahme von Kraft zum Zwecke des Ziehens der Schiffe vorsehen werden, und dass alsdann die Notwendigkeit, am Fusse jeder Stufe ein Triebwerk einzurichten, wegfallen wird. Im Falle der Anwendung einer geneigten Ebene werden die aufsteigenden Tröge aus dem allgemeinen Stromnetz die für sie nötige Kraft entnehmen, die absteigenden Tröge werden die durch ihre Bremsung erzeugte Kraft abgeben.

Auf so ausgestatteten Kanälen wird die Regelmässigkeit der Beförderung durch ganz neue Verhältnissen gesichert sein, und die Beförderungsgeschwindigkeit daher merklich über das heute Erreichbare hinausgehen, ohne dass es einer grossen Steigerung der Fahrgeschwindigkeit bedürfte. Die unterwegs verlorene Zeit würde dadurch nur noch mehr Bedeutung haben, und dies wird noch den Vorteil vergrössern, der darin liegt, dass die Schiffe unterwegs weniger Hindernissen begegnen und, wenn möglich, diese auf einmal überwinden. Die geneigten Ebenen eignen sich hierfür, wie schon jedermann wusste, sehr viel besser als andere Vorrichtungen, die sich untereinander, für sehr verschiedene Gefälle, nur durch die grössere oder geringere Länge der Bahn unterscheiden. Sie entsprechen demnach ganz besonders der Bedingung der allgemeinen Anwendbarkeit, die im Programm gestellt war.

Diese dem Verkehr gesicherte grössere Geschwindigkeit hat indessen keinerlei Einfluss auf die Leistungsfähigkeit des Kanals. Die durch das Preisausschreiben verlangte ist bedeutend : 30 Schiffe in 24 Stunden in jeder Richtung. Alle Entwürfe behaupten, sie verwirklichen zu können, und es scheint, dass, im Prinzip wenigstens, wenn alles in Uebereinstimmung mit einem streng geregelten Betriebsplan vor sich geht, sämtliche ober beinahe sämtliche es vermögen. Jedenfalls stehen die ge-

neigten Ebenen den Schleusen hierbei nicht nach, noch weniger die Hebewerke, die eine sehr viel grössere Hubgeschwindigkeit zulassen. Die meisten Verfasser von Entwürfen für geneigte Ebenen haben eine mittlere Geschwindigkeit von 1 m vorgesehen, die völlig annehmbar erscheint und leicht gesteigert werden könnte, wenn die Sicherheitsvorkehrungen zur Haltung des Schiffes und des Wassers in den Trögen hinreichend wirksam sind. Hält man sich an eine Geschwindigkeit von 1 m, so ergibt sich für eine Ebene von 800 m eine Fahrzeit von 13 1/2 Minuten; es bleiben für die verschiedenen Manöver, Oeffnung und Schliessung der Tore, Einfahrt und Ausfahrt des Schiffes, Regelung des Wasserstandes 34 Minuten. Das ist reichlich, selbst wenn man von einem Schiff von 38 m Länge zu einem solchen von 67 m Länge übergeht und die für die Hebewerke von La Louvière und Les Fontinettes berechneten Zeiten zu Grunde legt.

In einer Schleuse von 18 m mit den vielfach vorgesehenen Sparbecken, ist es schwer, mit dem Füllen und Leeren der Kammer in weniger als 10 Minuten fertig zu werden; das ergibt 20 Minuten für ein aufsteigendes und ein niedergehendes Schiff. Es bleiben 28 Minuten für die Ein- und Ausfahrtsmanöver, die allerdings einfacher, und vor allem leichter sind als bei dem engen Trog eines mechanischen Apparates. Nur erstrecken sich alle diese Manöver nicht auf *ein* Schiff, sondern auf *zwei*. Sehr wahrscheinlich würde man bei einer Schleuse von 18 m mit der Zeit auskommen, bei einer solchen von 36 m wird dies fraglich.

Was schliesslich die Kosten solcher Einrichtungen betrifft, so schätzen die den Entwürfen beigegebenen Berechnungen die Kosten für geneigte Ebenen mit schwacher Neigung ohne mechanische Gewichtsausgleichung, mit doppelter Bahn und zwei Trogwagen, einschliesslich der elektrischen Kraftstation auf etwa 5 Millionen (Francs).

Die Kosten für eine Gruppe von zwei Schleusen für 18 m Gefälle mit Sparbecken erreichen dieselbe Höhe; eine einzige Schleuse von 36 m wird auf etwa das Doppelte geschätzt. In beiden Fällen handelt es sich um einfache Schleusen.

Bei vertikalen Hebewerken, würden, eine Zwei-Teilung der zu überwindenden Höhe vorausgesetzt, die Herstellungskosten die der Schleusen mit Zwei-Teilung der Höhe noch übersteigen. Die grosse schwimmende, drehbare Trommel, welche oben beschrieben ist, würde nicht ganz eine Million mehr kosten als eine schiefe Ebene.

Das Streben geht dahin, die Tragfähigkeit der Binnenfahrzeuge möglichst zu erhöhen. Auf den grossen Strömen kommt man so zu Fahrzeugen mit sehr hohem Tonnengehalt; es ist indessen nicht wahrscheinlich, dass man fürs erste den grössten von ihnen den Zugang zu den Kanälen gestatten wird, ausgenommen in Sonderfällen. Wenn sich daher die Schlüsse, welche man aus der Prüfung der Wiener Wettbewerbsentwürfe ziehen kann, nicht auf Schiffe jeder Grösse erstrecken dürfen, so können sie wenigstens in den Grenzen angewendet werden, die in weitem Maasse den Bedürfnissen der Binnenschifffahrt entsprechen, und die demgemäss für die auf der Tagesordnung des Kongresses stehende Frage passen.

Welche Schlussfolgerungen ergeben sich nun? Trotz ihrer geistvollen aber etwas kühnen Gedanken scheinen die in der Kategorie « Verschiedene » eingeordneten Entwürfe nicht den Weg zu einer allgemeinen Lösung der Aufgabe zu eröffnen.

Die vertikalen Hebewerke vom Typus der schon ausgeführten können sicher den zu hebenden Lasten angepasst werden; aber wenn sonst nichts gegen sie vorläge, würden Bedenken wegen der Kosten zu einer Zweiteilung des in Betracht kommenden Gefälles führen und im Allgemeinen hätte man sich mit Höhen zu begnügen, wie sie gegenwärtig von vertikalen Hebewerken überwunden werden.

Für solche Höhen aber kann man wohl Schleusen verwenden. Das diesen letzteren überlassene Gebiet würde so beträchtlich erweitert, wenn man damit einverstanden ist, dass ihre Einfachheit geopfert wird, und zwar um so mehr, je mehr Wasser man sparen will,

Vollständig erfüllen das Programm nur die geeigneten Ebenen, die für sehr verschiedene Gefälle anwendbar sind, bei Kosten, die sich einfach proportional ihren Höhe stellen. Bieten sie genügend Sicherheit? Das hatte schon der Düsseldorfer Kongress zugegeben, als er den Wunsch aussprach, dass einmal eine geeignete Ebene ausgeführt würde. Dies ist jetzt noch wahrscheinlicher, wenigstens soweit Längsebenen mit schwacher Neigung in Frage kommen.

In jedem Falle dürfte das glückliche Vorgehen der Oesterreichischen Regierung einen wichtigen Beitrag zum Studium einer der interessantesten Aufgaben der Binnenschifffahrt geliefert haben.

Paris, Dezember, 1904.

A. DE BOVET.





S. 01



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



II-349886

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000299349